

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-152020  
(P2000-152020A)

(43) 公開日 平成12年5月30日 (2000. 5. 30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 N	1/60	H 0 4 N 1/40	D
	1/46	9/64	A
	9/64	1/46	Z

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 20 頁)

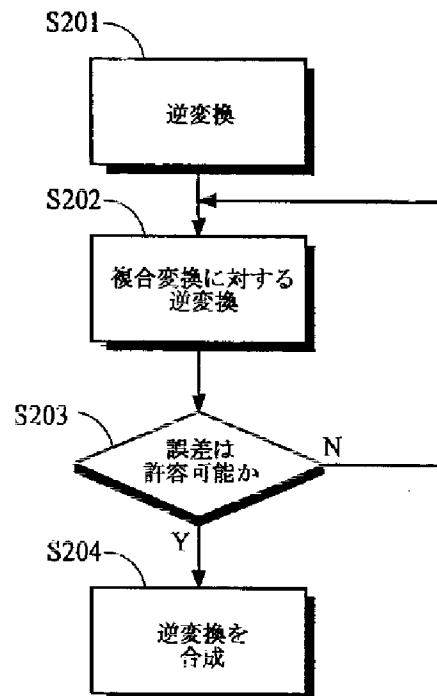
(21) 出願番号	特願平11-323168	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成11年11月12日 (1999. 11. 12)	(72) 発明者	ツァン ナン リン アメリカ合衆国カリフォルニア州サンホゼ カポート街1129
(31) 優先権主張番号	0 9 / 1 9 1 7 3 9	(72) 発明者	ジョセフ シュー アメリカ合衆国カリフォルニア州サンホゼ レインボー街道5988
(32) 優先日	平成10年11月13日 (1998. 11. 13)	(74) 代理人	100093388 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		

(54) 【発明の名称】 カラー校正変換導出方法、カラー画像再生システムに使用する装置、および媒体

(57) 【要約】

【課題】 元のカラー画像の高忠実度の複製を、改良された写像関数を反復的に導出することにより得られるカラー校正変換を用いることにより再生する。

【解決手段】 本発明の第1の特徴によれば、それ自体では順方向写像変換により特徴付けられる装置に対して劣った品質の校正しか提供しないような最初の逆変換が導出される。上記順方向変換と、それまでに導出された全ての逆変換との複合に対して、1以上の第2の逆変換が反復的に導出される。高精度な校正変換は、導出された全ての逆変換を合成することにより得られる。本発明の第2の特徴によれば、それ自体では順方向変換により特徴付けられる装置に対して劣った品質の校正しか提供しないような最初の校正変換が導出される。改良された校正変換は、校正変換を色空間内の選択された点に反復的に適用して、上記順方向変換により写像される上記の選択された点と対応する点との間の関係を判定することにより導出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 装置入力を受信すると共に、該装置入力に応答して、装置入力色空間における前記装置入力を装置出力色空間における前記装置出力に写像する順方向変換に基づいて、装置出力を生成する装置用のカラー校正変換を導出する方法において、

前記順方向変換から最初の逆変換を導出する作用であって、前記装置が出力装置であると共に前記最初の逆変換が第1色空間から前記装置入力色空間へ色を写像するか、又は前記装置が入力装置であると共に前記最初の逆変換が前記装置出力色空間から第2色空間へ色を写像するかの何れかである作用と、  
前記順方向変換と前記逆変換との複合の近似的逆転である第2の逆変換を導出する作用と、  
前記最初の逆変換を前記第2の逆変換と合成して前記カラー校正変換を得る作用と、を実行する各ステップを備えていることを特徴とする方法。

【請求項2】 請求項1に記載の方法において、前記順方向変換と、それまでに導出された全ての他の逆変換との複合の近似的逆転である1以上の追加の逆変換を反復的に導出するステップを更に備え、前記カラー校正変換が前記最初の逆変換を前記第2の逆変換及び前記1以上の追加の逆変換と合成することにより得られることを特徴とする方法。

【請求項3】 前記装置が入力装置である請求項1に記載の方法において、  
前記最初の逆変換は、前記順方向変換により写像された前記装置出力色空間と前記第2色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第1ルックアップテーブルを構築することにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記第2色空間と前記装置入力色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第2ルックアップテーブルを構築することにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記第2ルックアップテーブルのエントリを前記第1ルックアップテーブルのエントリと合成することにより前記カラー校正変換を得るために、前記最初の逆変換と合成される、ことを特徴とする方法。

【請求項4】 前記装置が出力装置である請求項1に記載の方法において、  
前記最初の逆変換は、前記順方向変換により写像された前記第1色空間と前記装置入力色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第1ルックアップテーブルを構築することにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記装置出力色空間と前記第1色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第2ルックアップテーブルを構築す

ることにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記第2ルックアップテーブルのエントリを前記第1ルックアップテーブルのエントリと合成することにより前記カラー校正変換を得るために、前記最初の逆変換と合成される、ことを特徴とする方法。

【請求項5】 請求項1に記載の方法において、前記最初の逆変換は第1の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記カラー校正変換は第2の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記第1の数が前記第2の数に等しいか又は略等しいことを特徴とする方法。

【請求項6】 コンピュータにより読み取り可能な媒体であって、前記コンピュータにより実行され、装置入力を受信すると共に該装置入力に応答して、装置入力色空間における前記装置入力を装置出力色空間における前記装置出力に写像する順方向変換に基づいて、装置出力を生成する装置用のカラー校正変換を導出する方法を実行するための命令のプログラムを記録している媒体であって、前記方法が、

前記順方向変換から最初の逆変換を導出するステップであって、前記装置が出力装置であると共に前記最初の逆変換が第1色空間から前記装置入力色空間へ色を写像するか、又は前記装置が入力装置であると共に前記最初の逆変換が前記装置出力色空間から第2色空間へ色を写像するかの何れかであるステップと、  
前記順方向変換と前記逆変換との複合の近似的逆転である第2の逆変換を導出するステップと、  
前記最初の逆変換を前記第2の逆変換と合成して前記カラー校正変換を得るステップと、を備えていることを特徴とする媒体。

【請求項7】 請求項6に記載の媒体において、前記順方向変換と、それまでに導出された全ての他の逆変換との複合の近似的逆転である1以上の追加の逆変換を反復的に導出するステップを更に備え、前記カラー校正変換が前記最初の逆変換を前記第2の逆変換及び前記1以上の追加の逆変換と合成することにより得られることを特徴とする媒体。

【請求項8】 前記装置が入力装置である請求項6に記載の媒体において、

前記最初の逆変換は、前記順方向変換により写像された前記装置出力色空間と前記第2色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第1ルックアップテーブルを構築することにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記第2色空間と前記装置入力色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第2ルックアップテーブルを構築することにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記第2ルックアップテーブルの

エントリを前記第1ルックアップテーブルのエントリと合成することにより前記カラー校正変換を得るために、前記最初の逆変換と合成される、ことを特徴とする媒体。

【請求項9】 前記装置が出力装置である請求項6に記載の媒体において、

前記最初の逆変換は、前記順方向変換により写像された前記第1色空間と前記装置入力色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第1ルックアップテーブルを構築することにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記装置出力色空間と前記第1色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する第2ルックアップテーブルを構築することにより導出され、

前記第2の逆変換は、前記第2ルックアップテーブルのエントリを前記第1ルックアップテーブルのエントリと合成することにより前記カラー校正変換を得るために、前記最初の逆変換と合成される、ことを特徴とする媒体。

【請求項10】 請求項6に記載の媒体において、前記最初の逆変換は第1の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記カラー校正変換は第2の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記第1の数が前記第2の数のに等しいか又は略等しいことを特徴とする媒体。

【請求項11】 装置入力を受信すると共に、該装置入力に応答して、装置入力色空間における前記装置入力を装置出力色空間における前記装置出力に写像する順方向変換に基づいて、装置出力を生成する装置用の最終カラー校正変換を導出する方法において、

前記順方向変換から最初の校正変換を導出する作用であって、前記装置が出力装置であると共に前記最初の校正変換が第1色空間から前記装置入力色空間へ色を写像するか、又は前記装置が入力装置であると共に前記最初の校正変換が前記装置出力色空間から第2色空間へ色を写像するかの何れかである作用と、

第1カラーを選択すると共に、該第1カラーを第2カラーに写像するために前記最初の校正変換を適用する作用と、

前記第2カラーを有するパッチを得る作用と、前記パッチを走査して、前記第2カラーに応答して第3カラーを得る作用と、前記第2カラーと前記第3カラーとの間の写像関係を考慮することにより改良された校正変換を導出する作用と、

前記最終校正変換を前記改良された校正変換から導出する作用と、を実行する各ステップを有していることを特徴とする方法。

【請求項12】 請求項11に記載の方法において、新たな第1カラーを反復的に選択し、前記最初の校正変換

を適用して前記新たな第1カラーを新たな第2カラーに写像し、前記新たな第2カラーを有する新たなパッチを求め、該パッチを走査して新たな第3カラーを求め、前記新たな第2カラーと前記新たな第3カラーとの間の写像関係を考慮することにより更に改良された校正変換を導出することを特徴とする方法。

【請求項13】 前記装置が入力装置である請求項11に記載の方法において、

前記最初の校正変換は、前記順方向変換により写像された前記装置出力色空間と前記第2色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有するルックアップテーブルを構築することにより導出され、前記第1カラーは前記装置出力色空間内で選択されると共に、前記最初の校正変換は前記第1カラーを前記第2色空間内の第2カラーに写像するために適用され、

前記パッチは、校正された出力装置に前記第2カラーを表す信号に応答して該パッチを生成させることにより得られ、

前記パッチは、前記装置出力色空間における前記第3カラーを得るために前記入力装置により走査され、

前記改良された校正変換は、前記第2色空間における前記第2カラーの座標と前記装置出力色空間における前記第3カラーの座標とから導出された値を伴うルックアップテーブルエントリを形成することにより導出される、ことを特徴とする方法。

【請求項14】 請求項13に記載の方法において、前記第1カラーは前記装置出力色空間内の一様に離隔された点の集合における点に対応することを特徴とする方法。

【請求項15】 前記装置が出力装置である請求項11に記載の方法において、

前記最初の校正変換は、前記順方向変換により写像された前記第1色空間と前記装置入力色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有するルックアップテーブルを構築することにより導出され、前記第1カラーは前記第1色空間内で選択されると共に、前記最初の校正変換は該第1カラーを前記装置入力色空間内の第2カラーに写像するために適用され、

前記パッチは、前記第2カラーを表す信号に応答して前記出力装置に該パッチを生成させることにより得られ、

前記パッチは、前記第1色空間における前記第3カラーを得るために、校正された入力装置により走査され、前記改良された校正変換は、前記装置入力色空間における前記第2カラーの座標と前記第1色空間における前記第3カラーの座標とから導出された値を伴うルックアップテーブルエントリを形成することにより導出される、ことを特徴とする方法。

【請求項16】 請求項15に記載の方法において、前記第1カラーが前記第1色空間内の一様に離隔された点の集合における点に対応することを特徴とする方法。

【請求項17】 請求項11に記載の方法において、前記最初の校正変換は第1の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記最終色校正変換は第2の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記第1の数が前記第2の数に等しいか又は略等しいことを特徴とする方法。

【請求項18】 コンピュータにより読み取り可能な媒体であって、前記コンピュータにより実行され、装置入力を受信すると共に該装置入力にตอบสนองして、装置入力色空間における前記装置入力を装置出力色空間における前記装置出力に写像する順方向変換に基づいて、装置出力を生成する装置用の最終カラー校正変換を導出する方法を実行するための命令のプログラムを記録している媒体であって、前記方法が、  
前記順方向変換から最初の校正変換を導出するステップであって、前記装置が出力装置であると共に前記最初の校正変換が第1色空間から前記装置入力色空間へ色を写像するか、又は前記装置が入力装置であると共に前記最初の校正変換が前記装置出力色空間から第2色空間へ色を写像するかの何れかであるステップと、  
第1カラーを選択すると共に、該第1カラーを第2カラーに写像するために前記最初の校正変換を適用するステップと、  
前記第2カラーを有するパッチを得るステップと、  
前記パッチを走査して、前記第2カラーにตอบสนองして第3カラーを得るステップと、  
前記第2カラーと前記第3カラーとの間の写像関係を考慮することにより改良された校正変換を導出するステップと、  
前記最終校正変換を前記改良された校正変換から導出するステップと、を有することを特徴とする媒体。

【請求項19】 請求項18に記載の媒体において、新たな第1カラーを反復的に選択し、前記最初の校正変換を適用して前記新たな第1カラーを新たな第2カラーに写像し、前記新たな第2カラーを有する新たなパッチを求め、該パッチを走査して新たな第3カラーを求め、前記新たな第2カラーと前記新たな第3カラーとの間の写像関係を考慮することにより更に改良された校正変換を導出することを特徴とする媒体。

【請求項20】 前記装置が入力装置である請求項18に記載の媒体において、  
前記最初の校正変換は、前記順方向変換により写像された前記装置出力色空間と前記第2色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有するルックアップテーブルを構築することにより導出され、  
前記第1カラーは前記装置出力色空間内で選択されると共に、前記最初の校正変換は該第1カラーを前記第2色空間内の第2カラーに写像するために適用され、  
前記パッチは、校正された出力装置に前記第2カラーを表す信号にตอบสนองして該パッチを生成させることにより得

られ、  
前記パッチは、前記装置出力色空間における前記第3カラーを得るために、前記入力装置により走査され、  
前記改良された校正変換は、前記第2色空間における前記第2カラーの座標と前記装置出力色空間における前記第3カラーの座標とから導出された値を伴うルックアップテーブルエントリを形成することにより導出される、ことを特徴とする媒体。

【請求項21】 請求項20に記載の媒体において、前記第1カラーが前記装置出力色空間内の一様に離隔された点の集合における点に対応することを特徴とする媒体。

【請求項22】 前記装置が出力装置である請求項18に記載の媒体において、  
前記最初の校正変換は、前記順方向変換により写像された前記第1色空間と前記装置入力色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有するルックアップテーブルを構築することにより導出され、  
前記第1カラーは前記第1色空間内で選択されると共に、前記最初の校正変換は該第1カラーを前記装置入力色空間内の第2カラーに写像するために適用され、  
前記パッチは、前記出力装置に前記第2カラーを表す信号にตอบสนองして該パッチを生成させることにより得られ、  
前記パッチは、前記第1色空間における前記第3カラーを得るために、校正された入力装置により走査され、  
前記改良された校正変換は、前記装置入力色空間における前記第2カラーの座標と前記第1色空間における前記第3カラーの座標とから導出された値を伴うルックアップテーブルエントリを形成することにより導出される、ことを特徴とする媒体。

【請求項23】 請求項22に記載の媒体において、前記第1カラーが前記第1色空間内の一様に離隔された点の集合における点に対応することを特徴とする媒体。

【請求項24】 請求項18に記載の媒体において、前記最初の校正変換は第1の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記最終色校正変換は第2の数のテーブルエントリを有するルックアップテーブルにより実施され、前記第1の数が前記第2の数に等しいか又は略等しいことを特徴とする媒体。

【請求項25】 カラー画像再生システムに使用する装置において、該装置は、  
カラー画像を表す入力信号を受信すると共に、該入力信号にตอบสนองして、装置出力色空間における色を表す中間信号を順方向変換に従って生成する入力装置と、  
前記中間信号を受信すると共に、装置非依存型色空間における色を表す出力信号を最終校正変換に従って生成する制御装置と、を備え、前記最終校正変換が、  
前記装置出力色空間から前記装置非依存型色空間へ色を写像する最初の校正変換を、前記順方向変換により写像された前記装置出力色空間と前記装置非依存型色空間と

における対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する最初のルックアップテーブルに従って導出するステップと、

前記装置出力色空間内の第1カラーを選択すると共に、該第1カラーを前記装置非依存型色空間内の第2カラーに写像するために前記最初の校正変換を適用するステップと、

前記第2カラーを有するパッチを、校正された出力装置に前記第2カラーを表す信号にตอบสนองして該パッチを生成させることにより得るステップと、

前記第2カラーにตอบสนองして前記装置出力色空間における第3カラーを得るために前記パッチを前記入力装置により走査するステップと、

前記装置出力色空間から前記装置非依存型色空間へ色を写像する前記最終校正変換を、前記装置非依存型色空間における前記第2カラーの座標と前記装置出力色空間における前記第3カラーの座標とから導出された値を伴うエントリを有する改良されたルックアップテーブルに基づいて導出するステップと、により導出されることを特徴とする装置。

【請求項26】 請求項25に記載の装置において、前記第1カラーが前記装置出力色空間内の一様に離隔された点の集合における点に対応することを特徴とする装置。

【請求項27】 カラー画像再生システムに使用する装置において、該装置は、カラー画像を装置非依存型色空間内で表す入力信号を受信すると共に、該入力信号にตอบสนองして、装置入力色空間における色を表す中間信号を最終校正変換に従って生成する制御装置と、

前記中間信号を受信すると共に、該中間信号にตอบสนองして、前記カラー画像の再生を順方向変換に従って生成する出力装置と、を有し、前記最終校正変換が、前記装置非依存型色空間から前記装置入力色空間へ色を写像する最初の校正変換を、前記順方向変換により写像された前記装置非依存型色空間と前記装置入力色空間とにおける対応する色の座標から導出された値を伴うエントリを有する最初のルックアップテーブルに基づいて導出するステップと、

前記装置非依存型色空間内の第1カラーを選択すると共に、該第1カラーを前記装置入力色空間内の第2カラーに写像するために前記最初の校正変換を適用するステップと、

前記第2カラーを有するパッチを、前記出力装置に前記第2カラーを表す信号にตอบสนองして該パッチを生成させることにより得るステップと、

前記第2カラーにตอบสนองして前記装置非依存型色空間における第3カラーを得るために前記パッチを校正された入力装置により走査するステップと、

前記装置非依存型色空間から前記装置入力色空間へ色を

写像する前記最終校正変換を、前記装置入力色空間における前記第2カラーの座標と前記装置非依存型色空間における前記第3カラーの座標とから導出された値を伴うエントリを有する改良されたルックアップテーブルに基づいて導出するステップと、により導出されることを特徴とする装置。

【請求項28】 請求項27に記載の装置において、前記第1カラーが前記装置非依存型色空間内の一様に離隔された点の集合における点に対応することを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、広くはカラー画像再生システムに係り、更に詳細には元のカラー画像と、これら画像の再生との間の色の整合性を改善する機能に関する。

【0002】

【従来の技術】カラー画像再生システムは、典型的には、元の画像の表現を得る入力装置と、該画像の複製を生成する出力装置と、上記入力装置から入力された信号を処理して上記出力装置に送出される新たな信号を生成することにより、好ましくは上記元の画像の高忠実度再生であるような複製を生成する制御装置とを有している。該制御装置は、周辺機器制御及び信号処理のための適切なソフトウェア及び／又はハードウェアを備える汎用コンピュータにより実施化することができる。入力装置の例は、手持ち型、フラットベッド型及び用紙供給型光学スキャナ、デジタル及びビデオカメラ、並びにソフトウェアアプリケーションを含む。言い換えると、元の画像は感知することもでき、又は処理により作成することもできる。出力装置の例は、インクジェット型、レーザ型及び写真製版型プリンタ、静電型、フラットベッド型及びドラム型プロッタ、並びに陰極線管、薄膜トランジスタ及び液晶表示パネル等のビデオディスプレイを含む。

【0003】一般的に、入力装置及び出力装置は色を特定するための何らかの装置依存型の色座標系を用いる。これらの座標系は、しばしば、色座標を特定の装置の色感知処理又は色発生処理に都合良く写像するような何らかの装置依存型の色空間内で定義される。上記“色空間”なる用語は、各点が特定の色に対応するようなN次元の空間を示すものとする。

【0004】三次元色空間の一例は、点座標が、加算的に合成して特定の色を表す赤(R)、緑(G)及び青(B)の着色剤の特定の量を規定するようなRGB空間である。多くのスキャナ及びカラー表示装置の動作は、RGB空間内で規定される信号により都合良く制御することができる。四次元色空間の一例はCMYK空間であり、該空間では点座標は、減算的に合成して特定の色を表すシアン(C)、マゼンタ(M)、黄(Y)及び黒

(K)の着色剤の特定の量を指定する。他の例は三次元CMY色空間である。多くのインクジェット及びレーザプリンタの動作は、CMYK空間又はCMY空間内で規定される信号により都合良く制御することができる。特定の装置に関連するような他の色空間も知られている。

【0005】多くの実際の装置は、色の全範囲のうちの人の観察者により認識することができる一部のみを感知し再生することができる。装置の“色再現領域(ガマット: gamut)”とは、特定の装置により感知又は再生することができる色の範囲を指すものとする。例えば、特定のスキャナの色再現領域とは当該スキャナにより感知することができる色の範囲を指し、特定のプリンタの色再現領域とは該プリンタにより再生又は印刷することができる色の範囲を指す。

【0006】スキャナの色再現領域は、光学センサのスペクトル応答、色フィルタのスペクトル特性、照明源のスペクトル特性並びにアナログ/デジタル変換器の解像度及び線形性を含む種々の要因により決まる。

【0007】プリンタの色再現領域は、インク等の着色剤のスペクトル特性、用紙等の媒体のスペクトル及び孔隙率の特性、印刷された画像の解像度又はインチ当たりドット数、ハーフトーン方法並びに(もしあれば)ディザリングの使用等を含む種々の要因により決まる。

【0008】ビデオディスプレイの色再現領域は、発光材料のスペクトル特性、表示装置の型式、ピクセル又はビデオラインの解像度及び励起電圧を含む種々の要因により決まる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】原理的には出力装置を入力装置に単に直接接続することによりカラー画像再生システムを構成することは可能であるが、その結果は通常満足のゆくものではない。何故なら、装置依存型の座標系、並びに入力及び出力装置に関する色空間が通常は同一ではないからである。該2つの組の座標系及び色空間が同一であっても、再生画像の忠実度は、元の画像と比べた場合、多分非常に劣るものとなる。何故なら、入力装置の色再現領域は、出力装置の色再現領域とは通常同一の広がりには有さないからである。出力装置の色再現領域内にはない“色再現領域外”カラーを表す値は、正確には再生することはできない。代わりに、出力装置の色再現領域内にある何れかの“色再現領域内”カラーが各色再現領域外カラーの代わりに使用されなければならない。

【0010】カラー画像再生システムは、或る色空間内の点座標を他の色空間内の適切な点座標に変換するための1以上の校正変換を適用することにより、元の画像の高忠実度再生を達成することができる。これらの変換は、前述した制御装置により都合良く実施することができる。

【0011】多くの実際の装置用の上記校正変換は線形

ではなく、何らかの解析的な又は閉じた形では容易に表現することはできず、従って、現実的な考えは正確な実施化を達成するのを困難にする。多くの既知の方法は、これらの変換を、既知の入力値に対する装置の応答の間の関係を本質的に反転するような処理により導出されるルックアップテーブル(LUT)のエントリの補間として実施している。例えば、入力装置用の校正変換は、国際照明委員会(CIE)1931XYZ空間のような何らかの装置非依存型の色空間(DICS)内の既知のカラー値のパッチを伝える媒体を用い、当該入力装置で該媒体を走査してRGB色空間のような何らかの入力DDCS内の対応する値の集合を発生させ、上記既知のカラーXYZ値を上記走査されたRGB値に関連付けるテーブルエントリを有するような入力LUTを構成することにより、導出することができる。他の画像の後の走査においては、走査されたRGB値は、これら走査された値に近いRGB値を持つ上記入力LUTのエントリを見付け、次いで、これらのテーブルエントリ内の関連するXYZ値の間を補間することにより、装置非依存型のXYZ値に変換することができる。三線型、角柱型、角錐型及び四面体型補間のような種々の補間技術を使用することができる。

【0012】同様に、出力装置用の校正変換は、CMYK色空間等の何らかの出力DDCSから選択されたカラー値に応じたカラーパッチを有する媒体を生成し、これらパッチをスペクトル光度計を用いて測定することにより、これらパッチのCIEXYZ空間等のDICSにおけるカラー値を検出し、測定されたカラーXYZ値を対応するCMYK値に関連付けるテーブルエントリを有するような出力LUTを構成することにより、導出することができる。後の出力動作においては、XYZカラー値は、上記出力LUTにおける所望の値に近いXYZ値を持つエントリを見付け、次いで、これらのテーブルエントリにおける関連するCMYK値の間を補間することにより、装置依存型のCMYK値に変換することができる。前述したような種々の補間法を使用することができる。

【0013】動作時には、カラー画像再生システムは、元の画像を走査して何れかの入力DDCSにおける走査された値を得、これらの走査された値を何らかのDICSに変換し、該DICSからのこれらの装置非依存型の値を何れかの出力DDCSに変換し、これに応じて上記元の画像の複製を生成する。

【0014】色再現領域外の色には特別な扱いがなされる。何故なら、これらの色は正確には再生することができないからである。高品質カラー画像再生システムは、各色再現領域外色に対し色再現領域内色を代用する変換を使用することができる。好ましくは、これらの変換は色再現領域外色と、対応する代用色再現領域内色との間の知覚可能な差を最小化するよう試みる。

【0015】LUTにより実施される校正変換の精度は、該LUTのエントリが対応する点を色空間に写像する精度により影響されると共に、これら変換は非線形であるので、補間の精度は当該テーブルにおける隣接するエントリにより表される点間の距離により影響を受ける。

【0016】精度を改善する一つの普通の方法は、当該LUTにおいて表される点の密度を増加させることにより該テーブルにおける隣接する点間の距離を減少させることである。この解決策は概念が単純であるが、大きなLUTを記憶するために要するメモリ又は他の回路の価格の上昇のため、しばしば非現実的となる。例えば、テーブルをランダムアクセスメモリ(RAM)に記憶するシステムにおいては、大きなテーブルを記憶するための価格は、多くのRAMを必要とするので一層高いものとなる。テーブルを種々のデジタル及び／又はアナログ回路に記憶するような他のシステムにおいても上記価格は一層高いものとなる。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、導出された校正変換により提供される写像の精度の改善を目指すものである。

【0018】本発明は、上記変換を実施するために使用される補間テーブルのエントリの数を増加させることにより精度を改善する技術にも利用することができるが、本発明はテーブルエントリの数を増加させずに精度を改善することができるので有利である。これは、1以上のテーブルエントリが写像された色空間内の対応する点を表す精度を改良することにより達成される。

【0019】本発明の一つの方法によれば、装置入力を受信すると共に該装置入力にตอบสนองして、装置入力色空間における前記装置入力を装置出力色空間における前記装置出力に写像する順方向変換に基づいて、装置出力を生成する装置に対し、カラー校正変換が、前記順方向変換から最初の逆変換を導出するステップであって、前記装置が出力装置であると共に前記最初の逆変換が第1色空間から前記装置入力色空間へ色を写像するか、又は前記装置が入力装置であると共に前記最初の逆変換が前記装置出力色空間から第2色空間へ色を写像するか何れかであるようなステップと；前記順方向変換と前記逆変換との複合の近似的逆転であるような第2の逆変換を導出するステップと；前記最初の逆変換を前記第2の逆変換と合成して前記カラー校正変換を得るステップとにより導出される。

【0020】また、本発明の他の方法によれば、装置入力を受信すると共に該装置入力にตอบสนองして装置出力を、装置入力色空間における前記装置入力を装置出力色空間における前記装置出力に写像する順方向変換に基づいて生成するような装置に対し、最終カラー校正変換が、前記順方向変換から最初の校正変換を導出するステップで

あって、前記装置が出力装置であると共に前記最初の校正変換が第1色空間から前記装置入力色空間へ色を写像するか、又は前記装置が入力装置であると共に前記最初の校正変換が前記装置出力色空間から第2色空間へ色を写像するか何れかであるようなステップと；第1カラーを選択すると共に、該第1カラーを第2カラーに写像するために前記最初の校正変換を適用するステップと；前記第2カラーを有するパッチを得るステップと；前記パッチを走査して、前記第2カラーにตอบสนองして第3カラーを得るステップと；前記第2カラーと前記第3カラーとの間の写像関係を考慮することにより改良された校正変換を導出するステップと；前記最終校正変換を前記改良された校正変換から導出するステップとにより導出される。

【0021】本発明の種々の特徴及び本発明の好ましい実施例は、以下の説明及び添付図面を参照することにより一層明瞭に理解されるであろうが、添付図面の幾つかの図においては同様の符号が同様の構成要素を示している。尚、以下の説明及び図面の内容は例示としてのみ示すものであって、本発明の範囲に対する限定を表すものと理解してはならない。

【0022】

【発明の実施の形態】A. カラー画像再生システムの概要

図1は、典型的なカラー画像再生システムにおける主要な構成要素を示している。入力装置10は、元の画像を表す信号を経路11から受信し、該元の画像の入力装置に依存する表現を経路12に沿って生成する。制御装置20は該表現を経路12から受信すると共に、これにตอบสนองして、上記元の画像の出力装置に依存する表現を経路31に沿って生成する。出力装置30は該表現を経路31から受信すると共に、これにตอบสนองして、上記元の画像の複製を経路32に沿って生成する。本発明は、該複製が上記元の画像を再生する忠実度を改善することを目指す。

【0023】入力装置10は、本質的に、如何なる型式のスキナ、カメラ又はデジタルグラフィックスアプリケーションであってもよい。入力装置10が例えば光学スキナである場合は、経路11から入力される信号は光学的なものと考えられる。入力装置10が例えばカラー画像を生成又は操作するアプリケーションである場合は、経路11から入力される信号は命令又はデータを表すものと考えられる。本開示を通して、光学スキナについての詳細な言及がなされるが、本発明の原理及び特徴の多くは、他の型式の入力装置を含むシステムにも適用することができる。

【0024】出力装置30は、本質的に、如何なる型式のプリンタ、プロッタ又はディスプレイでもよい。出力装置30が例えばインクジェットプリンタである場合は、経路32に沿って生成される前記複製は印刷された

画像であると考えられる。出力装置30が例えばCRT又はTFTディスプレイである場合は、経路32に沿って生成される前記複製は当該表示装置上に形成される画像を表すものと考えられる。本開示を通して、プリンタについての詳細な言及がなされるが、本発明の原理及び特徴の多くは他の型式の出力装置を含むシステムにも適用することができる。

【0025】正にその性質上、経路12に沿って生成される前記の入力装置に依存する表現の特性は入力装置10の特性に依存する。例えば多くの光学スキャナは、色を表す信号を、RGB装置依存型色空間(DDCS)における赤(R)、緑(G)及び青(B)座標を伴う点として生成する。ここでは説明の容易化のために、該入力DDCSは通常RGB空間であるとするが、本発明を実施するには多くの他の色空間及び表現を使用することもできる。

【0026】同様に、経路31に沿って生成される前記の出力装置依存型の表現の特性は、出力装置30の特性に合うように選択される。例えば、多くのカラープリンタはCMYK DDCS内のシアン(C)、マゼンタ(M)、黄(Y)及び黒(K)座標を表す値に応じて画像を生成する。陰極線管又は薄膜トランジスタパネルのような多くの表示装置は、RGB DDCSにおける赤、緑及び青を表す値に応じて画像を生成する。これらの色空間の装置依存型性質のため、スキャナのRGB空間はディスプレイのRGB空間とは等しく扱うべきではない。ここでの説明を容易化するために、上記出力DDCSは通常CMYK空間とするが、本発明を実施するには多くの他の色空間及び表現を使用することができる。

【0027】制御装置20は、入力DDCSで元の画像を表す信号を、同じ画像を出力DDCSで表す信号に変換する機能を果たす。これは、上記入力DDCS信号を装置非依存型色空間(DICS)における表現に写像する校正変換を実施するための入力装置写像21を使用し、且つ、該DICS表現を上記出力DDCS内で同じ画像を表す信号に写像する校正変換を実施するための出力装置写像23を使用することにより、達成することができる。制御装置20は、ここで述べるような他の変換及び処理を含んでいてもよい。

【0028】制御装置20は、図2に示すもののような汎用コンピュータ内でソフトウェア及び/又はハードウェアにより構成することができる。図2は、典型的なパーソナルコンピュータシステム40の一実施例における主要な構成要素を図示している。CPU42は計算資源を提供している。I/O制御部43は、キーボード、マウス又はモデムのようなI/O装置44に対するインターフェースを表している。RAM45はシステムランダムアクセスメモリである。記憶制御部46は、磁気テープ若しくはディスク又は光学媒体のような記憶媒体を含む記憶装置47に対するインターフェースを表してい

る。該記憶媒体はオペレーティングシステム、ユーティリティ及びアプリケーション用の命令のプログラムを記録するために使用することができ、本発明の種々の機能を実施するプログラムの実施例を含むことができる。表示制御部48は表示装置49に対するインターフェースを提供する。制御部50は、光学スキャナのような入力装置であるスキャナ51に対するインターフェースを表している。また、制御部52は、インクジェットプリンタ等の出力装置であるようなプリンタ53に対するインターフェースを表している。上記スキャナ51のような装置は前記入力装置10として作用することができ、表示装置49又はプリンタ53のような装置は前記出力装置30として作用することができる。

【0029】図示の実施例においては、全ての主要な構成要素は1以上の物理的バスを表すことができるバス41に繋がっている。例えば、幾つかのパーソナルコンピュータは所謂工業規格アーキテクチャ(ISA)バスのみを有している。他のコンピュータは、ISAバスと同様に、VESAローカルバス規格又はPCIローカルバス規格等の何らかのバス規格に準拠した広帯域バスも有している。好ましくは、表示制御部48は表示速度を向上させるために広帯域バスに繋がるものとする。尚、バスアーキテクチャは本発明を実施するには必要ではない。

【0030】1以上のコンピュータ構成要素の機能及び本発明の種々の特徴は、個別論理部品、1以上のASIC及び/又はプログラム制御されたプロセッサを含む種々の方法で実施化することができる。例えば、制御装置20も特殊目的装置により実施化することができる。更に、入力装置写像21及び/又は出力装置写像23は別々に、自己校正ユニットとなるように各入力/出力装置と集積化された形で実施化することができる。

【0031】制御装置20が実施化される態様は、本発明にとり重要ではない。また、デジタル及びアナログ処理回路を含む他の実施化法も用いることができる。

#### 【0032】B. 入力及び出力変換の導出

図3A及び図3Bは、入力装置写像21及び出力装置写像23を導出するための主な構成要素を示している。これらの図及び以下の説明は、原理を説明するための例示としてのみ提示される。これらの写像及び校正変換は他の方法でも導出することができる。

【0033】図3Aを参照して、入力装置写像21は、既知のカラー特性を有する画像15を走査することにより導出することができる。例えば、画像15は既知の色の領域、即ち“パッチ”を伴う1枚以上の用紙とすることができる。これらのパッチのカラー特性はスペクトル光度計又は色彩計のような測定装置60により検出することができる。図に示す技術によれば、測定装置60は画像15を走査し、国際照明委員会(CIE)1931XYZ空間(ここでは、CIE XYZ空間と称す)の



ような何らかのD I C S内で該パッチの色を表す信号を経路6 1に沿って生成する。入力装置1 0は画像1 5を走査し、スキャナRGB空間のような入力D D C S内で上記パッチの色を表す信号を経路1 2に沿って生成する。

【0034】経路6 1及び1 2に沿って各々生成される上記の装置非依存型及び装置依存型の表現は、入力装置1 0が現実の色を装置依存型の表現に変換する態様を表す順方向変換 $f_1$ を規定するような上記2つの色空間内の選択された点を提供する。これらの信号に応答して、校正装置6 5は、上記D D C SからD I C Sへの校正変換 $r_1$ である入力装置画像2 1を導出する。例えば、測定装置6 0がC I E X Y Z空間内の値を生成し、入力装置1 0が何らかのRGB空間内の信号を生成する場合は、入力装置1 0に対応する順方向変換は $f_1: X Y Z \rightarrow R G B$ として示され、入力装置画像2 1に対応する校正変換は $r_1: R G B \rightarrow X Y Z$ として示される。

【0035】これら2つの構成要素が共動する態様が図5 Aに示されている。入力装置1 0は現実の色を表す値に順方向変換 $f_1$ を実行して、何らかの入力D D C S内の値を得る。現実の色をC I E X Y Z空間のような何らかのD I C Sで表すのが、しばしば、便利である。その場合、上記順方向変換はC I E X Y Z空間から上述したようなRGB空間のような何らかの入力D D C Sへの画像として表すことができる。入力装置画像2 1は上記入力D D C S内の値に校正変換 $r_1$ を実行して、C I E X Y Z空間のような何らかのD I C S内の画像された値を得る。これら2つの構成要素の終端間効果は、或るD I C Sから他のD I C Sへの複合変換を実行することである。上述し且つ図示した例によれば、該複合変換は原理的にC I E X Y Z空間からC I E X Y Z空間へ写像する恒等行列に類似しており、 $T_1: X Y Z \rightarrow X Y Z$ と示すことができる。しかしながら、実際には校正変換 $r_1$ は順方向変換 $f_1$ の所望の逆転の近似に過ぎない。算術的まるめ誤差及び当該校正変換の誤差が、該複合変換に不正確さを生じさせる。

【0036】図3 Bを参照して、出力装置画像2 3は、出力装置3 0を用いて画像3 5を生成すると共に該画像3 5のカラー特性を検出することにより導出することができる。例えば、画像3 5はスペクトル光度計又は色彩計のような測定装置6 2により解析されるパッチを伴う1枚以上の用紙とすることができる。図示の技術によれば、測定装置6 2は画像3 5を走査し、C I E X Y Z又はC I E  $L^* a^* b^*$ 空間のような何らかのD I C Sで上記パッチの色を表す信号を経路6 3に沿って生成する。出力装置3 0又は該出力装置3 0を制御する何らかの要素が、プリンタCMYK空間のような何らかの出力D D C S内で上記パッチを表す信号を経路3 3に沿って生成する。

【0037】経路6 3及び3 3に沿って各々生成される

上記の装置非依存型及び装置依存型の表現は、出力装置3 0が装置依存型の表現を現実の色に変換する態様を表す順方向変換 $f_0$ を規定するような上記2つの色空間内の選択された点を提供する。これらの信号から、校正装置6 7は、上記D I C SからD D C Sへの校正変換 $r_0$ である出力装置画像2 3を導出する。例えば、測定装置6 2がC I E  $L^* a^* b^*$ 空間内の値を生成し、出力装置3 0が何らかのCMYK空間内の信号に応答して画像を生成する場合は、出力装置3 0に対応する順方向変換は $f_0: C M Y K \rightarrow L^* a^* b^*$ として示され、出力装置画像2 3に対応する校正変換は $r_0: L^* a^* b^* \rightarrow C M Y K$ として示される。

【0038】C I E  $L^* a^* b^*$ 色空間からの校正変換は多くの実際の実施例においては便利な選択である。何故なら、これら変換は出力装置の色再現領域外の色の該色再現領域内の色への良好な品質の写像をしばしば容易にするからである。C I E  $L^* a^* b^*$ 空間から写像する校正変換 $r_0$ が所望される場合、当該変換を導出するために使用される測定装置6 2が実際に $L^* a^* b^*$ 空間内の値を生成することは必須ではない。例えば、C I E X Y Z空間内の値を生成する測定装置を、その代わりに使用することができる。当該導出に必要とされるC I E  $L^* a^* b^*$ 空間内の対応する値は、以下に説明する一連の解析的な表現を用いてX Y Z値から正確に得ることができる。

【0039】出力装置画像2 3及び出力装置3 0が共動する態様が図5 Bに示されている。出力装置画像2 3は、何らかのD I C S内の色を表す値に校正変換 $r_0$ を施して何らかの出力D D C S内の値を得る。出力装置3 0は該出力D D C S内の値に順方向変換 $f_0$ を施して現実の色を有する複製画像を得る。本質的に、元の画像及び複製画像の現実の色を表現するには如何なる色空間も選択することができる。しかしながら、着想上、これらの色を通常のD I C Sで表す方が助けとなる。上記2つの画像の色が同一の色空間内で表される場合は、理想のカラー画像再生システムは、入力D I C Sから出力D I C Sへの恒等写像(identity mapping)と等化となる。例えば、現実の色がC I E X Y Z空間のような何らかのD I C Sで表現されている場合は、順方向変換 $f_0$ は出力D D C SからC I E X Y Zへの写像として表すことができる。該出力D I C Sは、校正変換 $r_0$ がカラー値を写像する色空間とは独立して選択することができる。上述した例では、校正変換はC I E  $L^* a^* b^*$ 空間から写像する。

【0040】出力装置画像2 3と出力装置3 0の終端間効果は、或るD I C Sから他のD I C Sへの複合変換を実行することである。上述し且つ図示した例によれば、該複合変換はC I E  $L^* a^* b^*$ 空間からC I E X Y Z空間へ写像し、 $T_0: L^* a^* b^* \rightarrow X Y Z$ と示すことができる。実際には、これら2つの変換の全体の効果は完全

ではない。何故なら、校正変換  $r_0$  は順方向変換  $f_0$  の所望の逆転の近似に過ぎないからである。算術的まるめ誤差及び当該校正変換における誤差が、上記複合変換に不正確さを生じさせる。

【0041】2つの任意の色空間の間の変換は、通常、閉じた又は解析的な形で表現することはできない。従って、これらの変換は、しばしば、中間点の値を多次元補間により得ることができるようなルックアップテーブルにより実施化される。該LUTの各エントリは、第1色空間内の特定の点の座標と第2色空間内の対応する点の座標を含んでいる。第1色空間内の何れの任意の点に対しても、第2色空間内の対応する点の座標は、選択されたテーブルエントリの座標を補間することにより近似することができる。三線型、角柱型、角錐型及び四面体型補間技術及び斯かる技術の多数の変形が知られているが、通常は、何らかの形の四面体型補間が好ましい。

【0042】四面体補間法によれば、上記任意の点を囲む最小の四面体の頂点を規定する第1色空間内の点を表すようなエントリを見付けるべく、上記LUTが検索される。補間係数は、上記任意の点の4つの頂点に対する相対位置に基づいて算出される。最後に、これら補間係数を用いて第2色空間内の上記4つの頂点に対応する座標の線形結合を形成することにより、写像された点の近似が得られる。この線形結合は：

$$x_p = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4$$

$$y_p = a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_3 + a_4 y_4$$

$$z_p = a_1 z_1 + a_2 z_2 + a_3 z_3 + a_4 z_4$$

として表すことができる。ここで、 $x_p$  は上記任意の点に対応する第2色空間内の点に等しく、 $a_1$  ないし  $a_4$  は補間の係数であり、 $(x_1, y_1, z_1)$  は第2色空間における頂点1の座標であり、 $(x_2, y_2, z_2)$  は第2色空間における頂点2の座標であり、 $(x_3, y_3, z_3)$  は第2色空間における頂点3の座標であり、 $(x_4, y_4, z_4)$  は第2色空間における頂点4の座標である。

【0043】補間の種々の形態に関する追加の情報は、本明細書に参考文献として組み込む、SPIE光学技術出版1997年の第64～101頁、第141～152頁及び第248～251頁のH.R.Kangによる「電子画像化装置用のカラー技術」から得ることができる。

【0044】C<sub>1</sub>導出される変換の精度  
変換の直線補間LUTによる実施化は、通常、所望の変換が高度に非線形であるが故に完全に正確とはなり得ない。典型的な色空間の間の変換の非線形性が図4A及び図4Bに示されている。これらの図は、以下に更に詳細に説明するように、CIE XYZ空間とCIE L\*a\*b\*空間における対応する点及び領域を図示しているが、これらの図は2つの任意の色空間の間の写像関係の原理を説明するのに有効である。これら図に示すように、第1色空間内の点101ないし104は、第2色空

間内の点111ないし114に各々対応している。図4Aの色空間内のこれら基準点を接続する4つの直線線分に沿う点は、図4Bの色空間における基準点を接続する曲線及び直線線分に沿う点に対応する。

【0045】CIE XYZ空間からCIE L\*a\*b\*空間への変換は、一連の解析的表現により表すことができる。斯様な解析的表現は多くの色空間写像に対しては利用可能ではないが、この特別な写像は補間の不正確さを説明するには有効である。

【0046】CIE XYZ空間内の或る点は下記の非線形式によりCIE L\*a\*b\*空間内に写像することができる：

$$L^* = 116 m(y/y_0) - 16$$

$$a^* = 500 [m(x/x_0) - m(y/y_0)]$$

$$b^* = 500 [m(y/y_0) - m(z/z_0)]$$

ここで、独立変数  $t$  に対して、

$x, y, z$  = CIE XYZ空間における座標、

$x_0, y_0, z_0$  = CIE XYZ空間における座標に関する最大値、

$$m(t) = t^{1/3} \quad \text{但し、} 0.008856 < t \leq 1,$$

$$m(t) = 7.787t + (16/116) \quad \text{但し、} 0 \leq t < 0.008856$$

図4A及び4Bを参照して、点107はCIE XYZ空間における或る色を表している。上述した3つの解析的表現を点107の座標に適用することにより、点107に関するCIE L\*a\*b\*空間への正確な写像を得ることができる。この正確な写像が点117として示されている。

【0047】しかしながら、当該変換が補間により実行される場合は、該写像は正確ではない。図4Aを参照すると、XYZ色空間における点107は点101ないし104に頂点を持つ四面体内に存在するように示されている。四面体補間をL\*a\*b\*空間における対応する点111ないし114に対し、XYZ空間内の四面体頂点に対する点107の相対位置に従って適用することにより、L\*a\*b\*空間における対応する点に関して近似位置を得ることができる。この近似位置が点118として図示されている。点117と118との間の距離が補間誤差を表している。

【0048】ところで、図4A及び4Bに示す特別な写像関係は、スキャナ及びプリンタを含むシステムの2つのDICSを使用する多くの実施例に関係するものである。特に、多くの実施例はスキャナ信号をCIE XYZ空間に写像し、プリンタ信号をCIE L\*a\*b\*空間から写像する。従って、これらの実施例においては図に示すようにCIE XYZ空間からCIE L\*a\*b\*空間への写像即ち変換を設けることが必要である。この変換は  $T_1: XYZ \rightarrow L^*a^*b^*$  として示すことができる。前述したように、この変換は図4A及び4Bにグラフ的

に示されている。斯様な実施例においては、制御装置 20 は前記経路 12 から入力された信号を、上述した変換の縦続接続された適用と等価な変換  $T_C$  に従い、経路 31 に沿って生成される信号に変換する。ここで、上記変換  $T_C$  は：

$$T_C = r_1 \cdot T_T \cdot r_0, \text{又は}$$

$$T_C : \text{RGB} \rightarrow \text{CMYK} = r_1 : \text{RGB} \rightarrow \text{XYZ} \cdot T_T : \text{XYZ} \rightarrow L^*a^*b^* \cdot r_0 : L^*a^*b^* \rightarrow \text{CMYK}$$

として示すことができる。

【0049】上記  $T_T$  変換の他の変換との組み合わせによる効果が図 5C に示されている。前述したように、入力装置 10 及び入力装置写像 21 は、 $T_T : \text{XYZ} \rightarrow \text{XYZ}$  により示される CIE XYZ 空間から CIE XYZ 空間へのような、或る DICS から他の DICS への変換を実行する。出力装置写像 23 及び出力装置 30 は、 $T_0 : L^*a^*b^* \rightarrow \text{XYZ}$  により示される CIE  $L^*a^*b^*$  空間から CIE XYZ 空間へのような、或る DICS から他の DICS への変換を実行する。CIE XYZ 空間から CIE  $L^*a^*b^*$  空間への変換を実行することにより、上記  $T_T$  変換は  $T_T$  変換と  $T_0$  変換とを結合するために要するリンクを提供する。

【0050】これらの結合された変換の終端間効果は、当該カラー画像再生システムの全体の動作を表す。上述し且つ図に示した例によれば、この終端間効果は、原理的に恒等変換と等価な CIE XYZ 空間から CIE XYZ 空間への写像  $T_g$  である。算術的まるめ誤差及び成分変換における精度誤差が無い場合は、当該カラー画像再生システムは元の画像を完全に再生することが可能な透明なシステムとなる。

【0051】残念ながら、カラー画像再生システムは全ての元のカラー画像の完全な再生を提供することはない。何故なら、入力装置及び出力装置は通常は同一に広がることのない限られた色再現領域を有しており、また校正変換  $r_1$  及び  $r_0$  は入力及び出力装置カラー写像の完全に正確な逆ではないからである。

【0052】LUT により実施される校正変換の精度は、当該 LUT のエントリが対応する点の色空間に写像する精度により影響され、また、該変換は線形ではないので、補間の精度は、当該テーブルにおける隣接するエントリにより表される点間の距離により影響される。

【0053】前述したように、LUT 内で表される点の密度を増加させることにより精度を改善する通常の方法は、大きな LUT を記録するために要するメモリ又は他の回路の価格を上昇させる故に、しばしば、魅力的ではない。

【0054】本発明は、1 以上の既存のテーブルエントリが写像された色空間における対応する点を表す精度を改善することにより、LUT の大きさを増加させることなしに優れた精度を達成することができる。また、本発明は LUT のエントリの数を増加させることにより精度

を改善する技術と共に使用することもできる。

#### 【0055】D. 校正変換の精度の改善

第 1 色空間から第 2 色空間への変換を実施する LUT の好ましい実施例においては、該 LUT のエントリは第 1 色空間内の一様に離隔された格子点に対応する。第 1 色空間における特定の格子点に関して 2 つの色空間の間の正確な対応性を得るのは不可能ではなくても、しばしば、困難である。従って、LUT エントリに関する値は、しばしば、2 つの色空間における対応する点に関して得ることができる値の補間により算出される。この補間処理により導入される誤差は、導出された変換の精度を劣化させる。

【0056】このような方法で導出される LUT の精度は、第 1 色空間内の点が接近して離隔されるようにして上記 2 つの色空間において非常に多数の対応する点を得ることにより改善することができる。しかしながら、これは通常は実際的ではない。本発明は、この問題を、広く離れた色を表す比較的少数の点から最初の校正変換を導出し、次いで、この最初の校正変換の選択されたテーブルエントリの精度を以下に述べる 2 つの反復処理の何れかにより改良することにより克服する。

#### 【0057】1. 逆変換の反復導出

本発明の第 1 の特徴によれば、理想の校正変換を近似する最初の逆変換が導出される。続いて、前記順方向変換と、それまでに導出された全ての逆変換との合成を表す複合変換の逆を近似する 1 以上の逆変換が導出される。この処理は、上記複合変換の精度が充分となるまで継続する。

【0058】図 6 は、或る色空間から他のものへ写像する順方向変換により特徴付けられる装置用の改良された校正変換を導出するための本発明の第 1 の特徴による一つの方法を示している。

【0059】ステップ S201 は、前述したもののような何れかの適切な技術により最初の逆変換  $r$  を導出する。特別な導出技術は重要ではない。前記順方向変換と該最初の逆変換との合成が、最初の複合変換を表す。

【0060】ステップ S202 は、上記最初の複合変換に対する第 2 の逆変換  $q$  を導出する。好ましくは、上記最初の逆変換  $r$  を導出するために使用されたのと同じ技術が、該第 2 の逆変換  $q$  を導出するためにも使用される。上記順方向変換、最初の逆変換及び第 2 の逆変換の合成が第 2 の複合変換を表す。

【0061】ステップ S203 は、該第 2 の複合変換の誤差を評価する。該誤差が許容できるほど小さくなかった場合は、当該処理は、ステップ S202 に戻って上記第 2 の複合変換に対する第 3 の逆変換  $p$  を導出すべく反復する。この反復は、誤差が許容できるほど小さくなるまで、追加の複合変換に対する追加の逆変換を導出することにより継続する。上記誤差が許容できるほど小さい場合は、当該処理はステップ S204 で継続し、該ステ

ップは全ての導出された逆変換を合成することにより校正変換を形成する。

【0062】a) 入力装置変換

本発明の第1の特徴の基となる原理を、先ず入力装置10に関して説明する。前述したように、入力装置10はDICSからDDCSへ写像する順方向変換 $f_I$ により特徴付けられる。説明を容易にするために、本説明は、当該写像がCIE XYZ色空間からRGB色空間へなされるものと仮定し、これが $f_I: XYZ \rightarrow RGB$ として示される。従来知られている広範な技術のうちの何れかを用いて、RGB色空間から例えば同じXYZ色空間

$$f_I: XYZ \rightarrow RGB \cdot r_I: RGB \rightarrow XYZ = T_I: XYZ \rightarrow XYZ = I: XYZ \rightarrow XYZ$$

【0065】として表すことができ、ここで、  
 $f_I: XYZ \rightarrow RGB$  = 入力装置10の順方向変換、  
 $r_I: RGB \rightarrow XYZ$  = 入力装置10の最初の逆変換、  
 $T_I: XYZ \rightarrow XYZ$  = 入力装置10に対する最初の複合変換、  
 $I: XYZ \rightarrow XYZ$  = 恒等変換、  
 である。

【0066】本発明によれば、第2の逆変換 $q_I$ は、上記最初の複合変換 $T_I$ に対し、上記最初の逆変換 $r_I$ を導出するのに適した広範な技術のうちの何れかを用いて導

$$T_I = XYZ \rightarrow XYZ \cdot q_I: XYZ \rightarrow XYZ = U_I: XYZ \rightarrow XYZ = I: XYZ \rightarrow XYZ$$

【0068】として表すことができ、ここで、  
 $q_I: XYZ \rightarrow XYZ$  = 2番目に導出される逆変換、  
 $U_I: XYZ \rightarrow XYZ$  = 第2の複合変換、  
 である。

【0069】第2の複合変換 $U_I$ の精度が充分であった場合は、入力装置写像21は縦続接続状態の上記2つの逆校正変換の合成から得ることができ、これは、  
 $M_I: RGB \rightarrow XYZ = r_I: RGB \rightarrow XYZ \cdot q_I: XYZ \rightarrow XYZ$   
 として表すことができ、ここで、  
 $M_I: RGB \rightarrow XYZ$  = 入力装置写像21  
 である。

$$U_I = XYZ \rightarrow XYZ \cdot p_I: XYZ \rightarrow XYZ = V_I: XYZ \rightarrow XYZ = I: XYZ \rightarrow XYZ$$

【0072】として表すことができ、ここで、  
 $p_I: XYZ \rightarrow XYZ$  = 3番目に導出される逆変換、  
 $V_I: XYZ \rightarrow XYZ$  = 第3の複合変換、  
 である。

【0073】上記第3の複合変換 $V_I$ の精度が充分である場合は、入力装置写像21は、上記3つの逆変換の縦続接続状態の合成から得ることができ、これは：  
 $M_I: RGB \rightarrow XYZ = r_I: RGB \rightarrow XYZ \cdot q_I: XYZ \rightarrow XYZ \cdot p_I: XYZ \rightarrow XYZ$   
 として表すことができる。

【0074】しかしながら、第3の複合変換 $V_I$ の精度が充分でない場合は、第4の逆変換を導出することにより当該改良処理を反復的に継続する。

【0075】b) 出力装置変換

本発明の第1の特徴の基となる原理を、次に出力装置3

等の何らかのDICSへ写像する最初の逆変換 $r_I$ が導出され、これが $r_I: RGB \rightarrow XYZ$ として示される。

【0063】本例に関する上記最初の逆変換 $r_I$ が順方向変換 $f_I$ の正確な逆転 $f_I^{-1}$ である場合は、縦続接続された2つの変換 $f_I \cdot r_I$ は恒等変換 $I$ に等しいであろう。しかしながら、通常は、上記順方向変換 $f_I$ の正確な逆転を見付けることは不可能であるから、上記最初の逆変換 $r_I$ は、通常、所望される理想の逆変換 $f_I^{-1}$ の近似に過ぎない。これは：

【0064】

【数1】

出される。この第2の逆変換は、上記最初の複合変換と縦続接続されると、上記恒等変換を一層忠実に近似する。2番目に導出された該逆変換 $q_I$ が最初の複合変換 $T_I$ の正確な逆転である場合は、これらの2つの変換の縦続接続は上記恒等変換に等しいであろう。しかしながら、通常は、上記複合変換の逆転の近似のみしか導出することができない。これは、

【0067】

【数2】

【0070】しかしながら、第2の複合変換 $U_I$ の精度が充分でない場合は、第2の複合変換 $U_I$ に対して第3の逆変換 $p_I$ を導出することにより当該改良処理は継続する。該第3の逆変換は、上記第2の複合変換と縦続接続されると、前記最初の複合変換と縦続接続状態の第2の逆変換が近似するよりも、上記恒等変換を一層忠実に近似する。この第3の逆変換で達成される全体の写像は：

【0071】

【数3】

0に関して説明する。前述したように、出力装置30はDDCSからDICSへ写像する順方向変換 $f_0$ により特徴付けられる。説明を容易にするために、本説明は、当該写像がCMYK色空間からCIE XYZ色空間へなされるものと仮定し、これは $f_0: CMYK \rightarrow XYZ$ として示される。従来知られている広範な技術のうちの何れかを用いて、CIE  $L^*a^*b^*$ 色空間等の何らかのDICSからCMYK色空間へ写像する最初の逆変換 $r_0$ が導出され、これが $r_0: L^*a^*b^* \rightarrow CMYK$ として示される。

【0076】最初の逆変換 $r_0$ が完全に正確である場合は、縦続接続状態の上記2つの変換 $r_0 \cdot f_0$ はCIE  $L^*a^*b^*$ 色空間からCIE XYZ色空間へ完全に写像するであろう。しかしながら、完全に正確な逆変換を見付けることは通常は不可能であるから、上記最初の逆変

換  $r_0$  は、通常は、所望される理想の逆変換の近似に過ぎない。これは、

$$r_0 : L^*a^*b^* \rightarrow CMKY \cdot f_0 : CMKY \rightarrow XYZ = T_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ \approx M : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$$

【0078】と表すことができ、ここで

$r_0 : L^*a^*b^* \rightarrow CMKY$  = 出力装置30の最初の逆変換、

$f_0 : CMKY \rightarrow XYZ$  = 出力装置30の順方向変換、

$T_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$  = 出力装置30に対する最初の複合変換、

$M : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ = L^*a^*b^*$  空間から  $XYZ$  空間への理想的変換、である。

【0079】本発明によれば、第2の逆変換  $q_0$  は、上記最初の複合変換  $T_0$  に対して、上記最初の逆変換  $r_0$  を導出するのに適した広範な技術のうちの何れかを用いて

$$q_0 : L^*a^*b^* \rightarrow L^*a^*b^* \cdot T_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ = U_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ \approx M : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$$

【0081】として表すことができ、ここで、

$q_0 : L^*a^*b^* \rightarrow L^*a^*b^*$  = 2番目に導出される逆変換、

$U_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$  = 第2の複合変換、

である。

【0082】第2の複合変換  $U_0$  の精度が充分であった場合は、出力装置写像23は上記2つの逆変換の縦続接続状態の合成から得ることができ、これは、

$$M_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ = q_0 : L^*a^*b^* \rightarrow L^*a^*b^* \cdot r_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$$

として表すことができ、ここで、

$M_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$  = 出力装置写像23

$$p_0 : L^*a^*b^* \rightarrow L^*a^*b^* \cdot U_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ = V_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ \approx M : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$$

【0085】として表すことができ、ここで、

$p_0 : L^*a^*b^* \rightarrow L^*a^*b^*$  = 3番目に導出される逆変換、

$V_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$  = 第3の複合変換、

である。

【0086】上記第3の複合変換  $V_0$  の精度が充分である場合は、出力装置写像23は、上記3つの逆変換の縦続接続状態の合成から得ることができ、これは：

$$M_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ = p_0 : L^*a^*b^* \rightarrow L^*a^*b^* \cdot q_0 : L^*a^*b^* \rightarrow L^*a^*b^* \cdot r_0 : L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$$

と表すことができる。

【0087】しかしながら、第3の複合変換  $V_0$  の精度が充分でない場合は、第4の逆変換を導出することにより当該改良処理を反復的に継続する。

【0088】2. 改良された校正変換の反復導出

本発明の第2の特徴によれば、理想的校正変換を近似するような最初の校正変換が導出される。次いで、該校正変換に対する1以上の改良が導出され、該導出された校正変換が上記理想的校正変換を一層忠実に近似するようにする。これらの改良は、最新に導出された校正変換及び順方向変換を、色空間内の選択された写像点を得るために当該装置の通常の動作の間に使用される順序の逆となるような順序で適用することにより導出される。この処理は、当該校正変換の精度が充分となるまで継続す

【0077】

【数4】

導出される。この第2の逆変換は、上記最初の複合変換と縦続接続されると、 $L^*a^*b^*$  色空間から  $XYZ$  色空間への理想的な変換  $M$  を一層忠実に近似する。2番目に導出された該逆変換  $q_0$  が最初の複合変換  $T_0$  に対する正確な逆転である場合は、これらの2つの変換の縦続接続は上記理想変換に等しいであろう。しかしながら、通常は、上記複合変換の逆の近似のみしか導出することができない。これは、

【0080】

【数5】

である。

【0083】しかしながら、第2の複合変換  $U_0$  の精度が充分でない場合は、該第2の複合変換  $U_0$  に対する第3の逆変換  $p_0$  を導出することにより当該改良処理が継続する。該第3の逆変換は、上記第2の複合変換と縦続接続されると、前記最初の複合変換と縦続接続状態の第2の逆変換が近似するよりも、上記理想変換を一層忠実に近似する。この第3の逆変換で達成される全体の写像は：

【0084】

【数6】

る。本発明の該第2の特徴を実行する方法は、図11に示されており、以下に詳細に説明する。

【0089】a) 入力装置用の導出

本発明の第2の特徴を入力装置に対して実行することができる一つの方法を図7Aないし図10に関連して以下の段落で説明する。図示を明瞭にするために、これら図におけるグラフは、 $W$  及び  $S$  で示す2つの任意の色空間の間の一次元写像変換を表している。

【0090】図7Aを参照して、曲線130は入力装置10の写像を表す順方向変換  $f_1 : W \rightarrow S$  を示している。本質的に何れかの既知の技術により導出されている最初の校正変換  $r_1$  は  $W=0$ 、 $W=50$  及び  $W=100$  に対応する点において曲線130と交差する2つの直線により表される。本例では、該逆変換  $r_1$  は、本発明の原理が一層明瞭に示されるように、順方向変換  $f_1$  の逆を近似している。結果として、逆変換  $r_1$  は入力装置10の出力色空間から入力装置10の入力色空間へ写像する。しかしながら、実際には、本発明は本質的に如何なる色空間の間でも写像する逆変換  $r_1$  の精度を改良するために使用することができる。

【0091】本例では、点  $S=50$  に対するエントリを有する  $LUT$  が望まれる。このエントリが、 $W=0$  及び  $W=50$  における上記最初の校正変換  $r_1$  の隣接する点

を補間することにより導出されるなら、結果は点138に一致するであろう。該導出されたテーブルエントリの不正確さは、点138と理想の点137との間の距離により表される。

【0092】上記最初の校正変換 $r_1$ の写像における該不正確さは、上記最初の校正変換と順方向変換とを逆の順序で適用して、S空間において選択された1以上の点からS空間における対応する点へ写像することにより知ることができる。好ましくは、これらの選択された点は、LUTエントリが規定されるべきS空間内の様に離隔された一群の格子点にあるものとする。図示の例では、点が $S=50$ に対して選択される。当該逆写像は、順方向変換 $f_1$ の適用が後続する最初の校正変換 $r_1$ の適用に相当する。最初の校正変換 $r_1$ の適用は、図7Bにおいて、 $S=50$ なる点におけるS軸から線131まで進み、次いで約 $W=35$ の点におけるW軸まで進む線により示される。順方向変換 $f_1$ の適用は、約 $W=35$ なる点におけるW軸から曲線130まで進み、次いで略 $S=59$ なる点におけるS軸まで進む線により示される。

【0093】最初の校正変換 $r_1$ が順方向変換 $f_1$ に対する完全な逆転を表したとしたり、上記逆写像は理想的であり、その入力に等しい出力を返すであろう。しかしながら、最初の校正変換 $r_1$ は理想的校正変換の近似に過ぎないから、該逆写像の入力値( $S=50$ )と出力値(約 $S=59$ )とは等しくない。理想的及び最初の近似の校正変換を用いた逆写像が図8に示されている。線140は、出力値が常に入力値に等しくなる理想の逆写像を表している。曲線141は、図7A及び図7Bに図示した理想的ではない最初の校正変換を用いた逆写像を表している。

【0094】図9は、 $S=50$ の入力が約 $S=59$ ではなくて約 $S=55$ の出力となるように上記逆写像の精度を改良した第2の校正変換 $q_1$ の写像効果を示している。この第2の校正変換 $q_1$ を導出することができる一つの方法は、W色空間内に約 $W=35$ なる座標値の色を持つカラーパッチを求め、次いで、該パッチを入力装置10で走査してS色空間内の対応する点を得ることである。校正されたプリンタ又は他の出力装置を上記カラーパッチを得るために使用することができる。この場合、S及びW色空間内のこれらの対応する座標は、当該LUTのエントリを修正し、これにより入力値が $S=50$ である場合に上記逆写像が約 $S=55$ なる値を持つ出力を生成することを可能とするような第2の校正変換 $q_1$ を実施するために使用することができる。該第2の校正変換 $q_1$ の逆写像効果は図9に曲線142により示されている。

【0095】上記第2の校正変換 $q_1$ は前記理想の校正変換の改良された近似を提供する。この改良された近似は図10に線132により示されている。該改良された校正変換 $q_1$ における $W=0$ 及び約 $W=35$ で隣接する

点を補間することにより導出される、 $S=50$ なる点に対するエントリを有するLUTは、結果として点139となる。図7A及び図10のグラフを比較すると、上記第2の校正変換 $q_1$ から導出されるテーブルエントリが前記最初の校正変換 $r_1$ から導出されるものよりも一層正確であることが明らかに分かる。このテーブルエントリが十分に正確でない場合は、当該処理を反復することにより一層良好な精度を持つテーブルエントリを得ることができる。

【0096】図11は、第1色空間から第2色空間へ写像する順方向変換 $f_1$ により特徴付けられる入力装置10用の改良された校正変換を導出するための本発明の第2の特徴による一つの方法を示している。例えば、順方向変換 $f_1$ はCIE XYZ空間からRGB空間へ写像することができる。

【0097】ステップS211は、上記第2色空間から上記第1色空間のような何らかの他の色空間へ写像する最初の校正変換 $r_1$ を構成するLUTを構築する。該LUTは、前述したもののような如何なる好適な技術によっても構築することができる。特別な技術は重要ではない。本例では、該LUTはRGB空間からCIE XYZ空間に写像するように構成される。

【0098】ステップS212は、当該LUTにより構成された上記最初の校正変換 $r_1$ を、RGB色空間で選択された1以上の第1の点をCIE XYZ空間内の対応する第2の点に写像すべく適用する。ステップS213は、CIE XYZ空間内の当該点の座標値により特定される色を持つ各第2の点に対するパッチを得る。これは、例えば、各第2の点のXYZ座標を表す信号を校正された出力装置に供給して所望のパッチを印刷することにより達成することができる。

【0099】ステップS214は、これらのパッチを入力装置10を用いて走査すると共に各パッチに応答して生成される出力信号を記録し、ステップS215は、この新たな情報を用いて、改良された校正変換 $q_1$ を表す新たなLUTエントリを構築する。

【0100】ステップS216は、上記の改良された校正変換 $q_1$ の誤差を評価する。該誤差が許容できるほど小さくない場合は、当該処理は、選択された点をRGB空間からCIE XYZ空間に写像すべく上記の改良された校正変換 $q_1$ を適用することによりステップS212で継続する。ステップS212ないしS215は、改良された校正変換の誤差が許容できるほど小さいとステップS216が判断するまで、反復する。ステップS217は、上記の改良されたLUTから完成した校正変換を得る。

【0101】b) 出力装置用の導出

本発明の第2の特徴を出力装置に対して実行することができる一つの方法を、図12Aないし図15に関連して以下の段落で説明する。図示を明瞭にするために、これ

ら図におけるグラフは、W及びSで示す2つの任意の色空間の間の一次元写像変換を表している。

【0102】図12Aを参照して、曲線150は出力装置30の写像を表す順方向変換 $f_0: W \rightarrow S$ を示している。本質的に何れかの既知の技術により導出されている最初の逆変換 $r_0$ は $W=0$ 、 $W=50$ 及び $W=100$ に対応する点において曲線150と交差する2つの直線により表される。本例では、該逆変換 $r_0$ は、本発明の原理が一層明瞭に示されるように、順方向変換 $f_0$ の逆を近似している。結果として、逆変換 $r_0$ は出力装置30の出力色空間から出力装置30の入力色空間へ写像する。しかしながら、実際には、本発明は本質的に如何なる色空間の間でも写像する逆変換 $r_0$ の精度を改良するために使用することができる。

【0103】本例では、点 $S=50$ に対するエントリを有するLUTが望まれる。このエントリが、 $W=0$ 及び $W=50$ における上記最初の校正変換 $r_0$ の隣接する点を補間することにより導出されるなら、結果は点158に一致するであろう。この導出されたテーブルエントリの不正確さは、該点158と理想の点157との間の距離により表される。

【0104】最初の複合変換 $T_0$ の写像における該不正確さは、上記最初の校正変換と順方向変換とを逆の順序で適用して、S空間において選択された1以上の点からS空間における対応する点へ写像することにより知ることができる。図示の例では、点が $S=50$ に対して選択される。当該逆写像は、最初の校正変換 $r_0$ の適用が後続するような順方向変換 $f_0$ の適用に相当する。順方向変換 $f_0$ の適用は、図12Bにおいて、 $S=50$ なる点におけるS軸から曲線150まで進み、次いで $W=25$ の点におけるW軸まで進む線により示される。最初の校正変換 $r_0$ の適用は、 $W=25$ なる点におけるW軸から線分151まで進み、次いで約 $S=35$ なる点におけるS軸まで進む線により示される。

【0105】上記最初の校正変換 $r_0$ が順方向変換 $f_0$ に対する完全な逆転を表した場合、上記逆写像は理想的であり、その入力に等しい出力を返すであろう。しかしながら、最初の校正変換 $r_0$ は理想的校正変換の近似に過ぎないから、該逆写像の入力値( $S=50$ )と出力値(約 $S=35$ )とは等しくない。理想的な及び最初の近似の校正変換を用いた逆写像が図13に示されている。線160は、出力値が常に入力値に等しくなるような理想の逆写像を表している。曲線161は、図12A及び図12Bに図示した理想的ではない最初の校正変換を用いた逆写像を表している。

【0106】図14は、 $S=50$ の入力が $S=50$ の出力となるように上記逆写像の精度を改良した第2の校正変換 $q_0$ の写像効果を示している。この第2の校正変換 $q_0$ を導出することができる一つの方法は、S色空間内で $S=50$ なる座標値の点を表す信号を生成し、次の

で、該信号を出力装置30に供給してカラーパッチを生成させることである。このパッチの色はスペクトル光度計又は色彩計等の校正された装置により測定されて、W色空間における対応する座標値を得る。この場合、これらの対応する座標は、当該LUTのエントリを修正し、これにより入力値が $S=50$ である場合に上記逆写像が $S=50$ なる値を持つ出力を生成することを可能とするような第2の校正変換 $q_0$ を構成するために使用することができる。該第2の校正変換 $q_0$ の逆写像効果は、図14に曲線162及び163により示されている。

【0107】上記第2の校正変換 $q_0$ は前記理想の校正変換の改良された近似を提供する。この改良された近似は図15に線分152及び153により示されている。該改良された校正変換 $q_0$ における隣接する点を補間することにより導出される、 $S=50$ なる点に対するエントリを有するLUTは、結果として理想的な点137に等しいか又は略等しい点となる。図12Aと図15のグラフを比較すると、上記第2の校正変換 $q_0$ から導出されるテーブルエントリが前記最初の校正変換 $r_0$ から導出されるものよりも一層正確であることが明らかに分かる。

【0108】図11は、第2色空間から第3色空間へ写像する順方向変換 $f_0$ により特徴付けられる出力装置30用の改良された校正変換を導出するための本発明の第2の特徴による一つの方法を示している。例えば、順方向変換 $f_0$ はCMYK空間からCIE XYZ空間へ写像することができる。

【0109】ステップS211は、何らかの第1色空間から上記第2色空間へ写像する最初の校正変換 $r_0$ を構成するLUTを構築する。上記第1及び第3色空間は同一でもよい。該LUTは、前述したもののような如何なる好適な技術によっても構築することができる。特別な技術は重要ではない。本例では、該LUTはCIE L\*a\*b\*空間からCMYK空間に写像するように構成される。

【0110】ステップS212は、当該LUTにより構成された上記最初の校正変換 $r_0$ を、CIE L\*a\*b\*色空間で選択された1以上の第1の点をCMYK空間内の対応する第2の点に写像すべく適用する。ステップS213は、CMYK空間内の上記第2の点を表す信号を出力装置30に供給して、種々の色のパッチを印刷する。

【0111】ステップS214は、これらのパッチをスペクトル光度計又は色彩計等の校正された装置を用いて走査することにより、各パッチに応答して生成される出力信号を記録し、ステップS215は、この新たな情報を用いて、改良された校正変換 $q_0$ を表す新たなLUTエントリを構築する。

【0112】ステップS216は、上記の改良された校正変換 $q_0$ の誤差を評価する。該誤差が許容できるほど

小さくない場合は、当該処理は、選択された点を $L^*a^*b^*$ 空間からCMYK空間に写像すべく上記の改良された校正変換 $q_0$ を適用することによりステップS212で継続する。ステップS212ないしS215は、改良された校正変換の誤差が許容できるほど小さいとステップS216が判断するまで反復する。ステップS217は、上記の改良されたLUTから、完成した校正変換を得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】典型的なカラー画像再生システムにおける主要な構成要素を示す図である。

【図2】本発明の種々の機能を実施化するために使用することができる典型的なパーソナルコンピュータシステムの主要な構成要素を示す図である。

【図3】3Aは、入力装置用の校正変換を導出するための主要な構成要素を示す図であり、3Bは、出力装置用の校正変換を導出するための主要な構成要素を示す図である。

【図4】4Aは、色空間における点及び領域の概念図であり、特にCIE XYZ空間における対応する点及び領域を示す図であり、4Bは、色空間における点及び領域の概念図であり、特にCIE  $L^*a^*b^*$ 空間における対応する点及び領域を示す図である。

【図5】5Aは、入力装置の終端間効果及び装置校正変換を実施化するシステム構成要素を示す図であり、5Bは、出力装置の終端間効果及び装置校正変換を実施化するシステム構成要素を示す図であり、5Cは、入力又は出力装置の終端間効果及び装置校正変換を実施化するシステム構成要素を示す図である。

【図6】本発明の第1の特徴による改良された校正変換を導出する一つの方法を示す図である。

【図7】7Aは、入力装置用の順方向変換及び最初の校正変換の写像をグラフ的に示す図であり、7Bは、入力装置用の順方向変換及び最初の校正変換の写像をグラフ的に示す図である。

【図8】入力装置用の最初の複合変換の写像をグラフ的

に示す図である。

【図9】入力装置用の第2複合変換の写像をグラフ的に示す図である。

【図10】入力装置用の順方向変換及び改良された校正変換の写像をグラフ的に示す図である。

【図11】本発明の第2の特徴による改良された校正変換を導出する一つの方法を示す図である。

【図12】12Aは、出力装置用の順方向変換及び最初の校正変換の写像をグラフ的に示す図であり、12Bは、出力装置用の順方向変換及び最初の校正変換の写像をグラフ的に示す図である。

【図13】図13は、出力装置用の最初の複合変換の写像をグラフ的に示す図である。

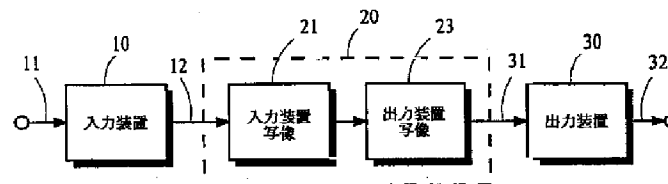
【図14】図14は、出力装置用の第2の複合変換の写像をグラフ的に示す図である。

【図15】図15は、出力装置用の順方向変換及び改良された校正変換の写像をグラフ的に示す図である。

【符号の説明】

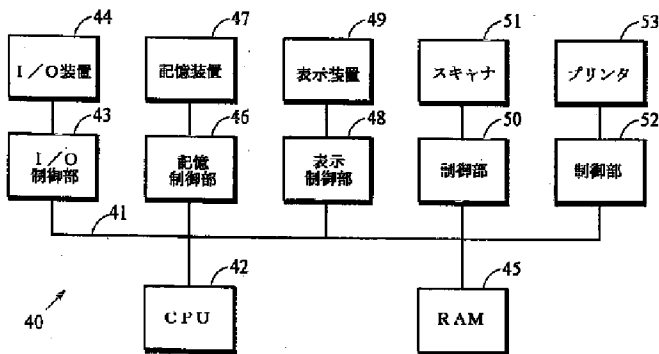
10…入力装置、  
20…制御装置、  
21…入力装置写像、  
23…出力装置写像、  
30…出力装置、  
42…CPU、  
43…I/O制御部、  
44…I/O装置、  
45…RAM、  
46…記憶制御部、  
47…記憶装置、  
48…表示制御部、  
49…表示装置、  
50、52…制御部、  
51…スキャナ、  
53…プリンタ  
60、62…測定装置、  
65、67…校正装置。

【図1】

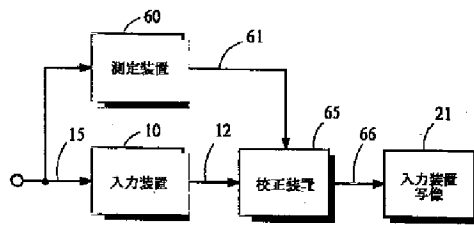




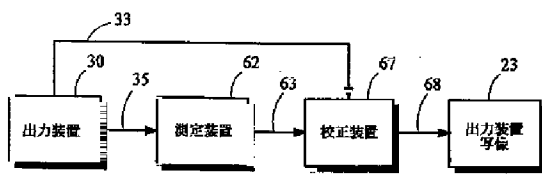
【図2】



【図3】

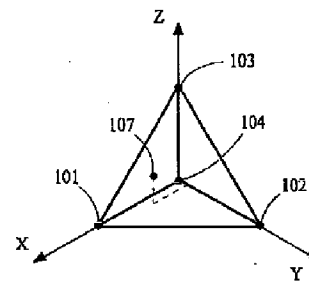


(A)

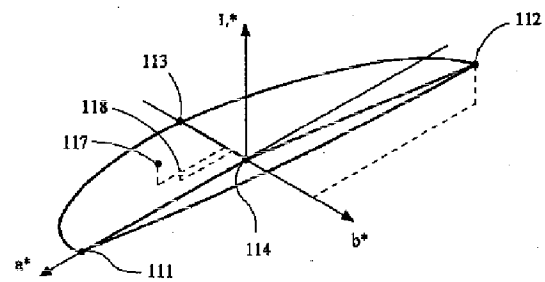


(B)

【図4】

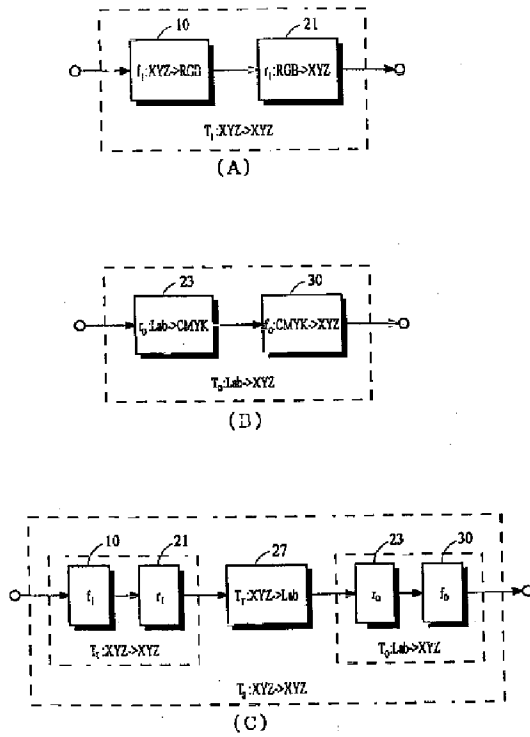


(A)

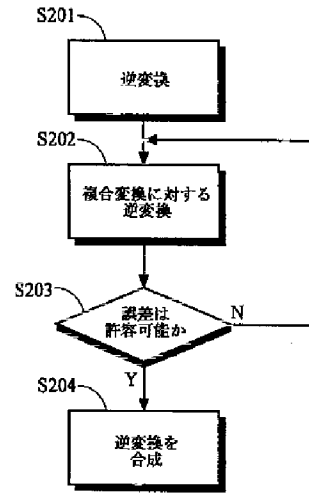


(B)

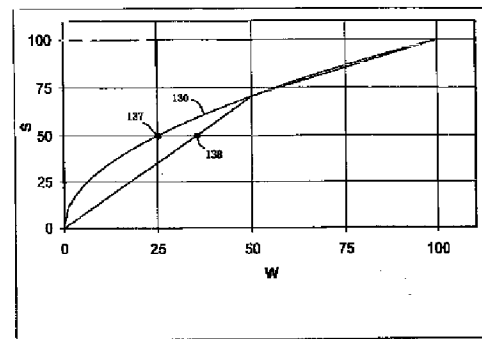
【図5】



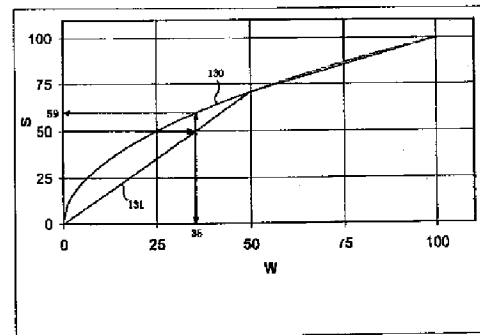
【図6】



【図7】

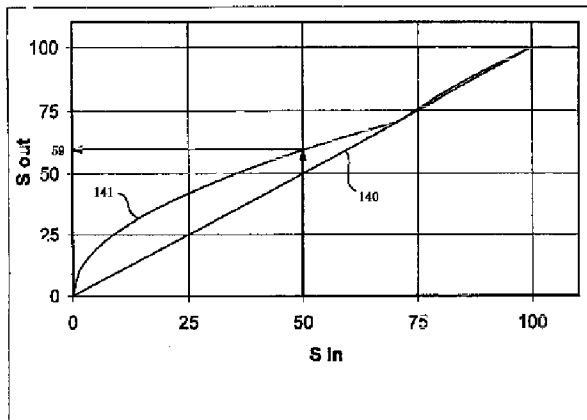


(A)

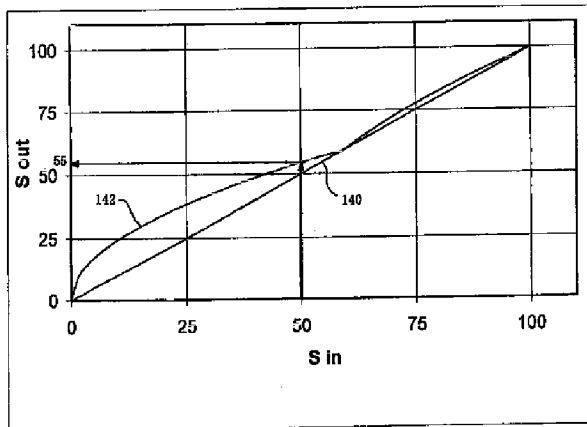


(B)

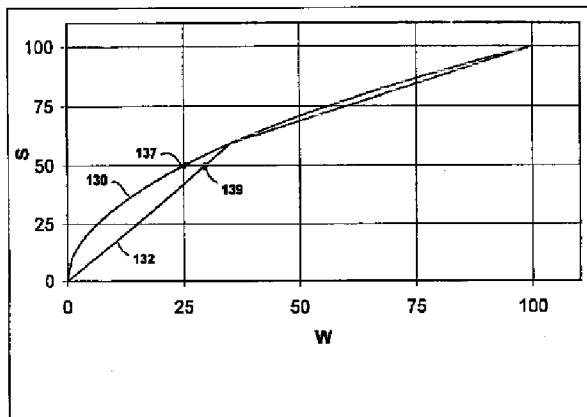
【図8】



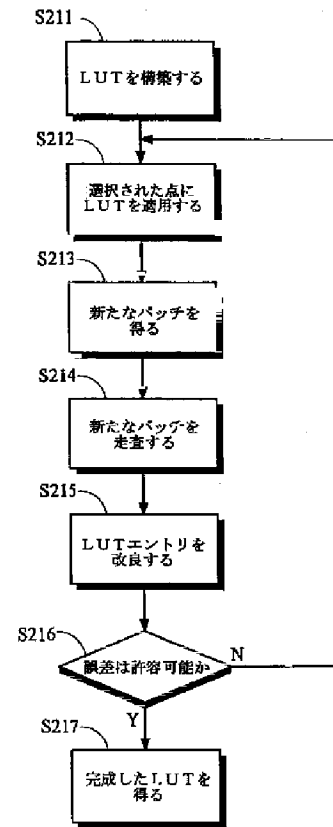
【図9】



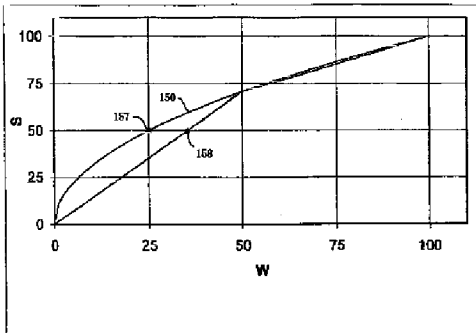
【図10】



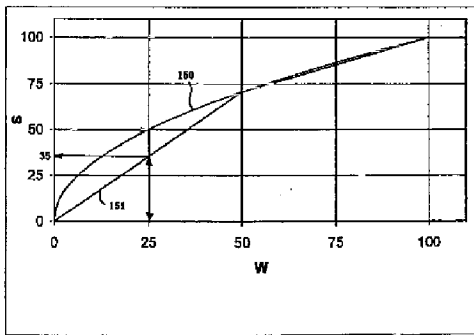
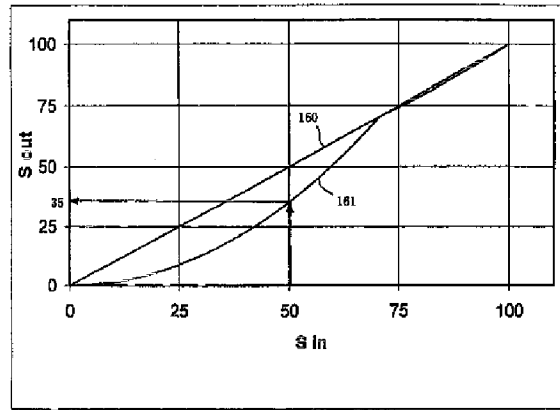
【図11】



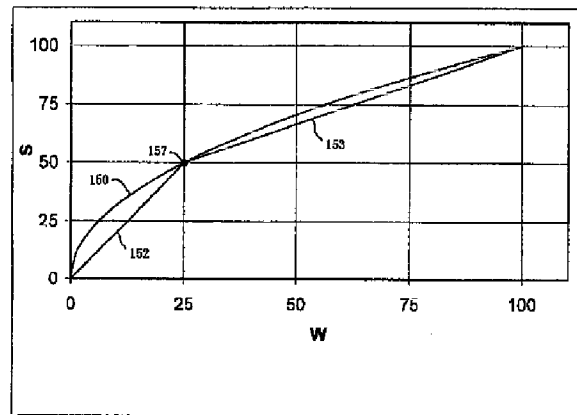
【図12】



【図13】



【図15】



【図14】

